

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-085305

(43)Date of publication of application : 30.03.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
G03F 7/20

(21)Application number : 11-257932

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 10.09.1999

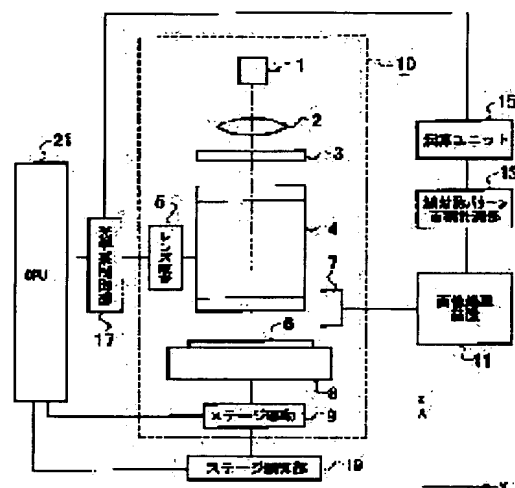
(72)Inventor : TAWARAYAMA KAZUO
TOUKI TATSUHIKO

(54) ABERRATION MEASURING METHOD AND SYSTEM OF EXPOSURE SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable the characteristics of an exposure system to be easily measured without using a test reticle by a method wherein a line-symmetrical pattern is selected out of patterns projected onto a wafer for exposure at positions, and the area of a line-symmetrical pattern exposed on the wafer is obtained based on a picked up picture image.

SOLUTION: A wafer 6 is held on a stage 8, the stage 8 is driven in the directions of x, y, and z by a stage drive 19, and an alignment device 7 for aligning the wafer 6 is positioned over the stage 8. The pattern of a reticle 2 in use is projected onto the wafer 6 for exposure as the wafer 6 is changed in a vertical position little by little. This process is repeatedly carried out in a certain range of distance in a direction of z, a line-symmetrical pattern is selected out of the patterns projected onto the wafer 6 for exposure at positions in a direction of z, the line-symmetrical pattern is picked up and subjected to a monochromatic treatment, the areas of line-symmetrical patterns at positions of z are measured, and various aberrations and a best focal position are detected based on the above areas.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-85305

(P 2 0 0 1 - 8 5 3 0 5 A)

(43) 公開日 平成13年 3 月30日 (2001. 3. 30)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
H01L 21/027		H01L 21/30	516 A 5F046
G03F 7/20	521	G03F 7/20	521

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全10頁)

(21) 出願番号 特願平11-257932

(22) 出願日 平成11年 9 月10日 (1999. 9. 10)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 俵山 和雄

神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 東木 達彦

神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外 7 名)

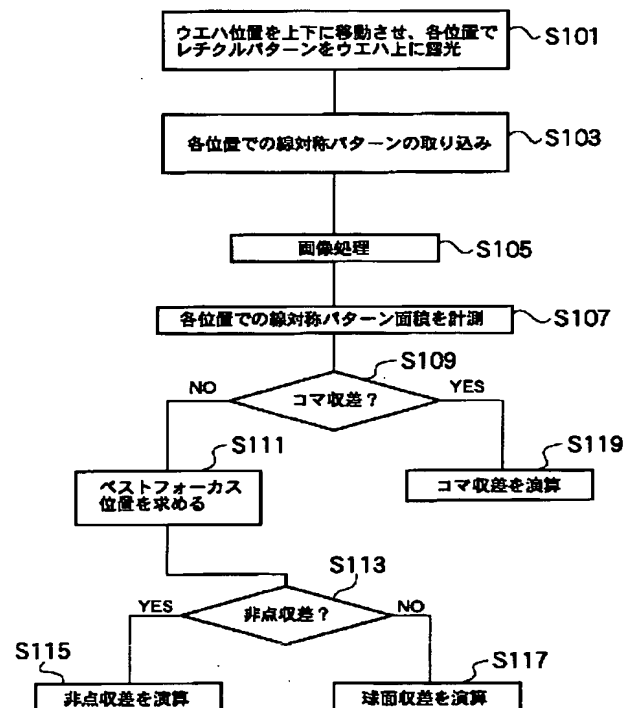
F ターム(参考) 5F046 AA25 CB17 DA13 DB11

(54) 【発明の名称】 露光装置の収差測定方法および収差測定システム

(57) 【要約】

【課題】 露光装置の諸収差をテスト用レチクルを用いることなく簡単な手順で測定する。

【解決手段】 ウエハ位置を上下方向に移動させながら、各位置で露光装置で使用中のレチクルのパターンをウエハ上に露光する。各位置ごとに、露光されたウエハ上のパターンの中から線対象のパターン部分を取り込む。取り込んだ線対称パターン部分を画像処理し、ウエハ上に露光された線対称パターンの面積を計測する。求めた面積に基づいて、ベストフォーカス位置や諸収差を求める。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レチクルパターンをウエハ上に露光するステップと、
前記露光されたウエハ上のパターンのうち線対称のパターンの画像を取り込むステップと、
前記取り込んだ線対称パターンの画像に基づき、ウエハ上に露光された線対称パターンの面積を求めるステップと、
前記求めた線対称パターンの面積に基づいて収差を検出するステップと、を含む露光装置の収差測定方法。

【請求項 2】 前記取り込んだ線対称パターンの画像を処理するステップをさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】 前記画像処理ステップは、単純 2 値化による白黒処理であり、前記面積を求めるステップは、白黒処理された画像のドット数から面積を求めることを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】 求めた線対称パターンの面積に基づいて、ベストフォーカス位置を求めるステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】 前記求めたベストフォーカス位置に基づいて、非点収差および／または球面収差を求めるステップをさらに含むことを特徴とする請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】 前記求めたベストフォーカス位置に基づいて、像面湾曲を求めるステップをさらに含むことを特徴とする請求項 4 に記載の方法。

【請求項 7】 前記求めた線対称パターンの面積に基づいて、コマ収差を求めるステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】 前記パターン取り込みステップは、光像の強度分布に基づいて行うことを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 9】 前記パターン取り込みステップは、SEM（走査型電子線顕微鏡）によって行うことを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 10】 露光装置と、
ウエハ上に露光されたパターンの中から線対称のパターンの画像を選択して取り込むパターン取り込み部と、
取り込んだ線対称パターンの画像に画像処理を施す画像処理部と、
画像処理した線対称パターンから線対称パターンの面積を計測する面積計測部と、
前記計測した線対称パターンの面積から収差を求める演算部と、を備える露光装置の収差測定システム。

【請求項 11】 前記求めた収差に基づいて自動的に露光装置のレンズ系を調整するフィードバック機構をさらに備えることを特徴とする請求項 10 に記載の収差測定システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体素子や液晶表示板の製造に用いられる露光装置において、ベストフォーカス位置や諸収差など、露光に影響を及ぼす各特性値を測定する方法およびシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子等の製造に用いられる露光装置は、レチクル上に形成されたパターンをウエハ上に縮小投影し、サブミクロンレベルのパターンを形成する装置である。近年のLSI製造技術の向上によってパターンの微細化が進み、パターンに求められる寸法精度は年々厳しいものになってきている。したがって、パターンを縮小投影するレンズにも非常に高い精度が要求されている。

【0003】具体的には、形成するパターンに悪影響が出ないように、レンズの収差量を管理し、それらを最小に押さえる必要がある。しかし収差の種類によって、あるいは形成されるパターンによって、収差の影響が顕著に出てしまう場合がある。そこで、製造される製品の品質管理、装置のメンテナンスの面から、定期的あるいは必要に応じて、露光装置の収差量を正確に計測しなければならない。

【0004】従来は、露光装置の各収差を測定するために、テスト用レチクルを用いていた。このため、収差を測定するのに製造ラインをいったん停止させ、テスト用レチクルを露光装置に装着した上で収差の測定を行っていた。

【0005】テスト用レチクルには、あらかじめ収差測定用の解像度チャートが形成されている。解像度チャートは、たとえば図13に示すように、段階的にスケールが変化するライン&スペースパターンで構成される。このようなライン&スペースパターンを露光装置によってウエハ上に縮小露光し、ウエハ上に実際に形成されたパターンの線幅を、たとえばSEM（Scanning Electron-beam Microscope：走査型電子顕微鏡）で計測することによって、露光パターンに影響を及ぼす収差量を算出していた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし従来の方法では、前述したように、収差測定の都度、製造を中断してレチクルを交換しなければならない、製造効率の低下の原因となっていた。

【0007】また、実際に形成するパターンに応じて、異なる種類の解像度チャートのテスト用レチクルを用意しなければならない、収差測定を行うための前準備が煩雑であった。

【0008】さらに、測定する収差の種類によって、それぞれ測定や演算の手順が異なるので、収差測定のプロセスが複雑になり、時間と労力を要した。

【0009】そこで本発明の目的は、テスト用レチクルを用いることなく、実際のデバイス製造中に、容易に露

10

20

30

40

50

光装置の特性値を計測することのできる収差測定方法を提供することにある。

【0010】本発明の他の目的は、テスト用レチクルを用いることなく、実際のデバイス製造中に、露光装置の諸収差を簡便に測定できる方法およびシステムを提供することにある。

【0011】本発明のさらに他の目的は、実際のデバイス製造中に、露光装置の諸収差を簡便に検出し、検出結果をフィードバックすることのできる収差測定システムを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の収差測定方法では、ウエハ位置をステップ方式に上下方向に移動させ、各位置でレチクルパターンをウエハ上に露光する。次いで、各位置において、露光されたウエハ上のパターンの中から線対称パターンを選択して取り込む。取り込んだ画像から、ウエハ上に露光された線対称パターンの面積を求める。求めた面積に基づいて収差を計測する。

【0013】この方法によれば、テスト用レチクルに交換しなくても、実際のデバイス製造中に、そのデバイスのパターンの中から線対称のパターンを利用して簡単に諸収差の測定を行うことができる。

【0014】取り込んだ画像を、いったん画像処理してから、線対称パターンの面積を求めてもよい。画像処理は、たとえば単純2値化による白黒処理である。この場合、白黒処理された画像のドット数から面積を求める。

【0015】上記の収差測定方法は、求めたパターンの面積に基づいて、ベストフォーカス位置を求めるステップをさらに含む。これによって、露光装置に搭載したウエハのベスト位置を知ることができる。さらに、求めたベストフォーカス位置から、露光装置の非点収差量、球面収差、像面湾曲を求めることができる。

【0016】上記方法は、求めた線対称パターンの面積に基づいて、コマ収差を求めるステップを含む。

【0017】このように、いったん線対称パターンの画像を取り込んで、その面積を計測したならば、そのパターン面積に基づいて露光装置の種々の特性値を求めることが可能になる。

【0018】本発明の他の特徴として、露光装置の収差測定システムを提供する。このシステムは、露光装置と、ウエハ上に露光されたパターンの中から線対称のパターンを選択して取り込むパターン取り込み装置と、取り込んだ画像から線対称パターンの面積を計測する面積計測部と、計測した線対称パターンの面積から諸収差を求める演算部とを備える。この構成により、露光装置で実際に使用しているレチクルの線対称パターンを利用して、デバイス製造中にも簡単に露光装置の種々の収差を求めることが可能になる。

【0019】また、このシステムは、求めた収差に基づ

いて自動的に露光装置のレンズ系を調整するフィードバック機構をさらに備える。これにより、計測された諸収差を露光装置に反映させ、常に露光装置の収差を最良の状態に保持することが可能になる。

【0020】本発明のその他の特徴、効果は、以下に述べる実施の形態によって、より明確になるものである。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明を詳細に説明する。

10 【0022】図1は、本発明の収差測定方法の流れを示すフローチャートである。このフローチャートに基づいて、収差測定の詳細な処理の流れを説明する前に、本発明が適用される一般的な露光装置の説明を簡単に行う。

【0023】図11に示す露光装置10（破線で示される）において、光源1を出た光は、コンデンサレンズ2を介してレチクル3上に照射される。レチクルに形成されたパターンは、投影レンズ系4によって、ウエハ6上に縮小結像され、焼き付けられる。ウエハ6はウエハステージ8に保持され、ステージ駆動部19によってx、y、z方向に駆動される。ウエハ6の位置合わせのためのアライメント装置7が、ウエハステージ8の上方に位置する。アライメント装置は、図示しないが、例えば発光部と受光センサとを有する。

【0024】図1のフローチャートに戻って、まずステップS101で、露光装置で使用中のレチクル2のパターンを、ウエハ6の垂直位置を上下方向に少しずつ変えながらウエハ6上に露光する。例えば、ウエハステージ8を0.1μm間隔で垂直方向に駆動することによって、ウエハのZ方向の位置を変えていく。これと同時に、通常のパターン転写と同様にして、xy平面内でのパターン転写位置をステップ方式で水平方向に移動する。これにより、前回のショットで露光した領域に隣接して、z方向位置がわずかに変化した位置で今回のパターン転写が行われる。これを一定範囲内のz位置で繰り返す。

【0025】次いで、ステップS103で、各z位置において、ウエハ6上に露光された各パターンの中から、線対称の部分を選択して、その部分のパターンを取り込む。パターンの線対称部分は、露光装置で使用中のレチクルに形成されたパターンがあらかじめわかっているもので、容易に特定することができる。線対称パターンとしては、たとえば図12に示すように、孤立ライン、寸詰まりパターン、かぎ型、ライン&スペースパターン、楔型パターンなど、左右方向あるいは上下方向に線対称であれば、任意である。

【0026】パターンの取り込みは、例えば露光装置に設けられているアライメントシステム7を利用して行うことができる。実施例では、アライメントシステムの発光部から発せられ、ウエハ6上のパターンで反射された光を受光センサで受光し、その光強度分布を画像情報と

して取り込むことができる。アライメントシステム以外にも、たとえばSEM（走査型電子線顕微鏡）によってパターンイメージを取り込むことも可能である。SEMを使用する場合は、パターンを露光したウエハ6をいったんステージ8から取り外し、真空チャンバー（不図示）に移して、電子線の走査画像として画像を取り込む。したがって、SEMの利用は、デバイス製造終了後に収差のデータ解析などを行う場合に適しているが、本実施形態ではデバイス製造中にリアルタイムで収差計測を行うために、露光装置に通常設けられているアライメント光学系を利用して画像の取り込みを行う。リアルタイムでの画像取り込みの別の例として、例えばウエハステージ上にCCD等の撮像素子を配置したものを使用し、露光照射光の強度分布を直接検出することによって、画像を取り込むことも可能である。

【0027】ステップS105で、取り込んだ画像を処理する。本実施形態では、単純2値化による白黒処理を施す。この画像処理によって、取り込んだ線対称パターンの画像が例えば黒色のドットで表示される。

【0028】次いでステップS107で、各々のz位置での線対称パターンの面積を計測する。本実施形態のように白黒処理を施した場合は、パターンに相当する領域内のドットの数のカウントすることによって、パターンの面積を求めることができる。z位置をわずかつづ変えているので、各z位置での焦点ずれの程度によって、露光され焼き付けられたパターン面積が変化する。各位置での線対称パターンの面積に基づいて、諸収差やベストフォーカス位置を検出することができる。

【0029】具体的には、ステップS109で、コマ収差を求めるかどうかを判断する。YESの場合は、ステップS119に進み、ステップS107で求めたパターン面積に基づいてコマ収差を検出する。NOの場合は、ステップS111に進み、ベストフォーカス位置を求める。ステップS113で、求めたベストフォーカス位置に基づいて非点収差を求めるかどうかを判断する。YESの場合は、ステップS115で非点収差を求め、NOの場合はステップS117で球面収差を求める。

【0030】以下、ベストフォーカス位置の検出（S111）、非点収差の検出（S115）、球面収差の検出（S117）、コマ収差の検出（S119）を詳細に説明する。

【0031】＜ベストフォーカス位置の検出（S111）＞前述したように、ウエハ6のz方向位置を少しずつ変化させてレチクルパターンを1ショットずつウエハ上に露光しているので、z方向の位置によって、投射レンズ系4によって導かれる照射光の結像状態が変化する。ステップS107において、各位置での同一パターンの面積を、たとえばドット数から求めてあるので、パターン面積をフォーカス位置の関数としてプロットする。プロットした例を図2に示す。

【0032】図2のグラフで、丸印は実際のパターン計測データを示す。実線はその近似曲線である。グラフ中でパターン面積が最大になるz位置が、もっとも明瞭にパターン転写が行われたベストフォーカス位置である。

【0033】このように、テスト用レチクルを用いなくとも、製造中のデバイスのパターンの中から線対称部分の画像を取り込み、適切な画像処理を行うことによって、簡単にベストフォーカス位置を検出することができる。

【0034】＜非点収差の検出（S113）＞非点収差は、ステップS111のベストフォーカス位置検出に基づいて行う。非点収差は、メリジオナル面に含まれる光線の焦点（メリジオナル焦点）と、メリジオナル面に直交する平面（サジタル面）に含まれる光線の焦点（サジタル焦点）とのずれに起因するものである。したがって、一定方向に伸びるライン&スペース（L&S）パターンに非点収差の影響が出やすい。

【0035】そこで、S107で計測したパターン面積の中から、例えば縦方向に伸びる5本L&Sパターンと、その直交方向（すなわち横方向に）伸びる5本L&Sパターンを使用し、それらの面積変化に基づいて非点収差を求める。

【0036】図3は、図1の非点収差検出ステップ（S115）を詳細に示すフローチャートである。まず、ステップS201で、縦方向L&Sパターンのベストフォーカス位置を求める。これは、S111と同様に、パターン面積をz位置の関数としてプロットして、最大値に対応するz位置を求めることによって決定される。

【0037】これと同時に、あるいは直後に、S203で横方向L&Sパターンのベストフォーカス位置を求める。同じく、パターン面積が最大となるz位置を求めることによって、横方向L&Sパターンのベストフォーカス位置が決定される。このようにして求めた縦方向パターンのベストフォーカス位置と横方向パターンのベストフォーカス位置との差が露光装置の非点収差量を表わす。

【0038】そこでステップS205で、ステップS201および203で検出した値から、（縦方向パターンのベストフォーカス位置）－（横方向パターンのベストフォーカス位置）を演算し、非点収差を求める。

【0039】図4は、図3のフローチャートに示す処理をグラフで示したものである。図4において、丸印はz位置の関数としての縦方向パターンの面積を示し、実線がその近似曲線である。四角印は横方向パターンの面積を示し、破線がその近似曲線である。これらの近似曲線の最大値から、各々のベストフォーカス位置が求められる。非点収差がある場合、サジタル方向とメリジオナル方向とのベストフォーカス位置は必ずしも一致しない。図4では、双方向矢印Aで示すベストフォーカス位置のずれが、露光装置のレンズ系の非点収差量となる。

【0040】<球面収差の検出(S117)>図5は、図1の球面収差検出ステップS117の詳細な工程を示すフローチャートである。球面収差は、光学系の開口収差のひとつであり、異なる開口をもつ光線束が光学系に入射したとき、それぞれに対応する像点が一点に結像しないことに起因する収差である。したがって、異なる線幅のラインパターンへのベストフォーカス位置の差が球面収差を表わす。これを求める方法を図5を参照して説明する。

【0041】図5のステップS301で、線幅がL1のラインパターンのベストフォーカス位置 F_{L1} を取りこむ。次いでステップS303で、L1とは異なる線幅L2 ($L1 \neq L2$)のラインパターンのベストフォーカス位置 F_{L2} を取りこむ。各線幅のラインパターンのベストフォーカス位置の検出は、上述したとおりである。ステップS305で、各フォーカス位置の差、すなわち $F_{L1} - F_{L2}$ を演算して球面収差を求める。

【0042】<コマ収差の検出(S119)>図1のステップS109の判定でYESの場合、ステップS119に進んでコマ収差を求める。デバイス本体に使用されるパターンのうち、図12の上から2列目に示すような

$$\text{正規化コマ} = (L_a - R_a) / (L_a + R_a) \quad (1)$$

図7は実際の左右のホールパターンの面積の計測値から正規化コマをプロットしたグラフである。式(1)は計測データから左右のパターン面積の差と和の比を求めた値であり、単位を有さない。このような計測値のプロファイルを露光装置のコマ収差量として定量化するために、あらかじめ、どの程度の収差が存在した場合にどのように左右のパターン面積が変化するかをシミュレートしたグラフを利用する。コマ収差のシミュレーショングラフは、周知のリソグラフィシミュレータでシミュレーションすることによって生成される。

【0046】図8は一般的なコマ収差のシミュレーション結果を示すグラフである。コマ収差の量(大きさ)を表わす単位として λ を用い、露光装置の収差量が大きくなるほど、正規化コマの変化のプロファイルが急峻になる。

【0047】たとえば図7に示す実測した正規化コマのプロファイルを、図8のシミュレーション結果と比較すると、この露光装置のコマ収差量はほぼ0.4 λ に相当することわかる。実測した正規化コマのプロファイルが、緩やかになればなるほど露光装置のコマ収差量が少ないことを意味する。このように定量化して単位 λ で表わしたコマ収差量は、露光装置のレンズ系を調整する際に使用される。

【0048】<像面湾曲の検出>図1に示す方法の応用例として、ベストフォーカス位置の計測に基づいて、露光装置の像面湾曲を検出する方法を説明する。像面湾曲を検出する場合も、図1のフローチャートのステップS111までのプロセスは同じである。像面湾曲を求める

寸詰まりパターンはコマ収差に敏感である。このような寸詰まりのパターンの例として、たとえばDRAM製造の際のディープトレンチとして使用されるツインホールパターンがある。そこで露光装置のコマ収差を、その装置で使用中のレチクルを用いて露光したパターンの中からツインホールパターン部分を取り出し、その面積変化に基づいて決定する。

【0043】図6は、レチクル上のツインホールパターンを、ウエハのz位置を変えながらウエハ上に露光した時の露光パターンの変化を示す。ウエハがベストフォーカス位置にあり、装置にコマ収差が存在しない場合は、左右のパターンの大きさは等しくなる。このときのz方向のデフォーカスを0とすると、そこからz方向に位置がずれるにしたがって、コマ収差の影響が大きくなり、ウエハ上に露光された左右のパターンの大きさが相違し、非対称になってゆく。

【0044】ウエハ上の左側ホールの面積を L_a 、右側ホールの面積を R_a とすると、コマ収差に相当する量、すなわち正規化(normalized)コマは以下の式で求められる。

【0045】

場合、露光装置の有効エリア内で複数のベストフォーカス位置が必要になる。そこで、図10に示すようにウエハ上の有効露光エリアを複数のベストフォーカス計測ブロック $F(i, j)$ ($1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq m$)に分割し、各エリアでベストフォーカス位置を求める。この場合、任意の線対称パターンを選択し、そのパターンについて各エリアでのベストフォーカス位置を計測する。像面湾曲は、最大ベストフォーカス位置と最小ベストフォーカス位置との幅で表わされる。

【0049】図9は、本実施形態での像面湾曲検出方法を示すフローチャートである。

【0050】S111でベストフォーカスを求めるステップの後、S401で、 $i = n$ かつ $j = m$ であるかどうかを判断する。NOの場合は、 i あるいは j をインクリメントして、ステップS111に戻り、次の計測エリア $F(i, j)$ でベストフォーカス位置を計測する。これを $i = n, j = m$ になるまで繰り返す。ステップS401で $i = n, j = m$ と判断されたなら(S401でYES)、ステップS405で、最大フォーカス位置 $Max(F(i, j))$ と最小フォーカス位置 $Min(F(i, j))$ との差を演算して像面湾曲を求める。

【0051】このように本発明の収差測定方法によれば、線対称のパターンを選択してそのパターンの面積を求める工程までは共通に行われ、その後、コマ収差、球面収差、非点収差などを必要に応じて、少なくともひとつを選択して測定することができるので、収差測定が簡便になる。

【0052】次に、図11を参照して、本発明の収差測

定システムの説明を行う。

【0053】本発明の収差測定システムは、露光装置10と、画像処理装置11と、線対称パターン面積計測部13と、演算ユニット15と、光学系制御部17と、ステージ制御部19と、CPU21とを備える。

【0054】ステージ制御装置19は、露光装置10はステージ駆動部9を介して、ウェハ6の垂直位置（z軸方位の位置）をステップ方式で変える。それと同時に、ウェハ6を1ショットごとに水平方向（xあるいはy方向）にずらし、レチクル3に形成されたパターンをウェハ6上に縮小露光する。

【0055】露光装置10のアライメント装置7は、アライメント装置であると同時にパターン取り込み部として機能する。この場合、パターン取り込み部は、ウェハ上の露光パターンをたとえば光強度分布による画像として取り込む。アライメント装置7は画像処理装置11に接続されており、アライメント装置7が検出し、取り込んだ画像に、たとえば単純2値化の白黒処理を施す。ウェハ上に露光されたパターンの中からの線対称パターン部分の選択は、アライメント装置7による画像取り込み時に進めてもよいし、あるいは画像処理部11による画像処理の段階で行ってもよい。

【0056】なお、今まで述べた手法において、露光パターンは現像工程を経た後のレジストパターンである必要はなく、レジストに露光した直後のいわゆる潜像を使用しても、本発明の効果は何ら変わることはない。

【0057】アライメント装置を用いるかわりに、CCD素子が配置された基板をウェハステージ8上に搭載することも可能である。この場合、CCD素子基板がパターン取り込み部として機能し、レチクルパターンを透過した露光照射光の強度分布を直接取り入れる。画像処理装置11は、CCD素子基板に接続され、光強度分布情報に画像処理を施す。画像処理されたパターンデータは、線対称パターン面積計測部13に供給され、たとえば黒ドットの数に計測することによって、各z方向位置ごとに線対称パターンの面積を検出する。線対称パターン面積計測部はたとえば内蔵メモリ（不図示）を有し、計測したパターン面積を格納する。

【0058】演算ユニット15は、線対称パターンの面積に関するデータを利用して、露光装置の種々の特性値を求める。たとえば、ベストフォーカス位置、非点収差、コマ収差、像面湾曲、球面収差等を求めることができる。

【0059】演算ユニットで求められた露光装置の各収差は、光学系制御部17に供給される。光学系制御部17は、フィードバック機構としても機能し、演算ユニットから供給された露光装置の諸収差に基づき、ほぼリアルタイムで投影レンズ系4の対応するレンズ（不図示）の状態を調整する。このとき、諸収差の量、レンズ調整量などを、使用中のレチクルの種類と関連付けて、CP

U21内のメモリ（不図示）に格納してもよい。

【0060】このように、本発明の収差測定システムによれば、解像度チャートを形成したテスト用レチクルに交換しなくても、実際に使用中のレチクルと製造中のデバイスを利用して、リアルタイムで露光装置の諸収差やベストフォーカス位置を検出し、それにしたがって露光装置のレンズ系を最良の状態に調整することができる。

【0061】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の方法によれば、テスト用レチクルに交換する必要がなくなるため、製造ラインを中断せずに、露光装置の収差状態を測定することができる。

【0062】実際に露光されるパターンの中から線対称部分の面積を求め、その面積に基づいて種々の収差を求めることができるので、測定処理の手順が簡単になる。

【0063】また、本発明の収差測定システムによれば、実際に使用中のレチクルと製造中のデバイスを用い、リアルタイムで露光中の線対称パターンの面積を計測し、計測結果に基づいてベストフォーカス位置や諸収差を求めることができる。また、求めた収差量をフィードバックさせて、露光装置の投射レンズ系を自動調整することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る収差測定方法の処理の流れを示すフローチャートである。

【図2】図1に示す収差測定方法により決定されるベストフォーカス位置を示すグラフである。

【図3】図1のフローチャートにおける非点収差検出ステップを詳細に示すフローチャートである。

【図4】図3の非点収差検出方法にしたがって決定される非点収差を示すグラフである。

【図5】図1のフローチャートにおける球面収差検出ステップを詳細に示すフローチャートである。

【図6】線対称パターンを露光したときのコマ収差の影響を示す模式図である。

【図7】図1のフローチャートのコマ収差検出ステップにより決定されたコマ収差をデフォーカス量の関数としてプロットしたグラフである。

【図8】図1のフローチャートのコマ収差検出ステップにより決定されたコマ収差を定量化して示すグラフである。

【図9】図1に示す方法の応用例として、ベストフォーカス位置の検出結果から像面湾曲を求める方法のフローチャートである。

【図10】図9の処理において、像面湾曲を求める際にウェハ上の有効露光領域を複数のベストフォーカス計測エリアに分割した様子を示す図である。

【図11】本発明の一実施形態に係る露光装置の収差測定システムを示す概略図である。

【図12】本発明の収差検出に用いられる線対称パター

ンの例を示す図である。

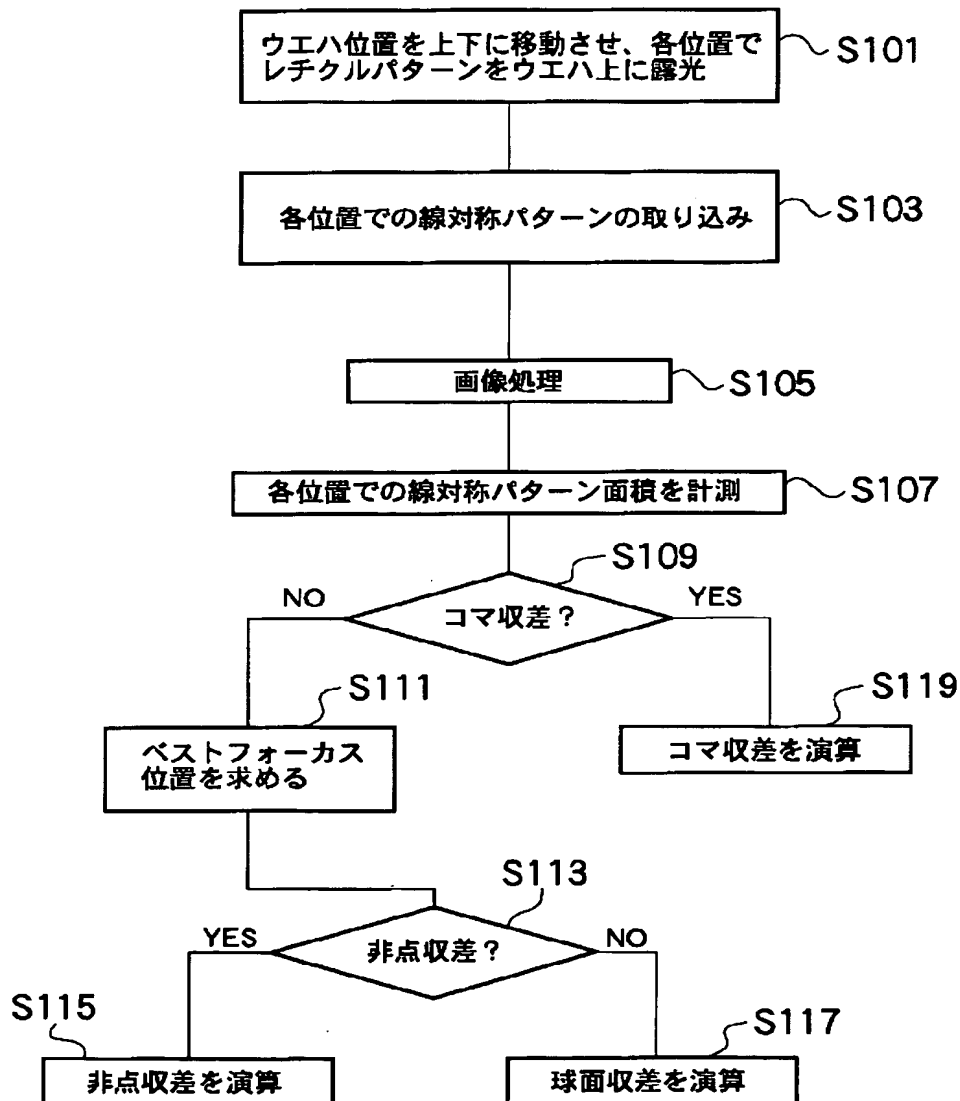
【図 13】従来の収差検出方法に用いられていた解像度チャートの一例を示す図である。

【符号の説明】

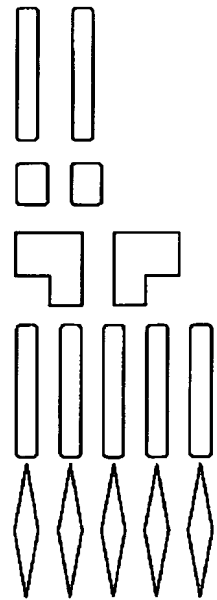
- 1 光源
- 2 コンデンサレンズ
- 3 レチクル
- 4 投影レンズ系
- 5 レンズ駆動部
- 6 ウエハ

- 7 アライメント装置 (パターン取り込み装置)
- 8 ウエハステージ
- 9 ステージ駆動部
- 10 露光装置
- 11 画像処理装置
- 13 線対称パターン面積計測部
- 15 演算ユニット
- 17 光学系制御部 (フィードバック機構)
- 19 ステージ制御部
- 10 21 CPU

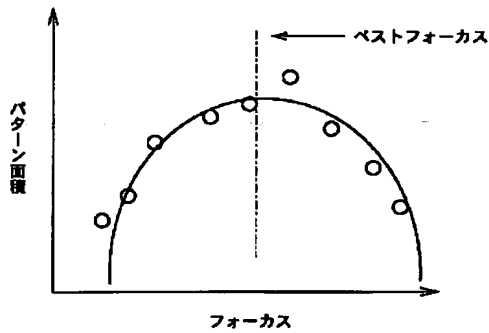
【図 1】



【図 12】

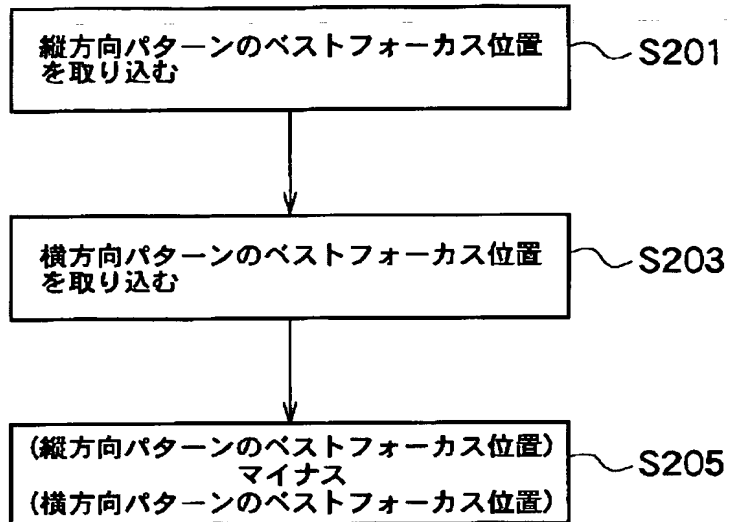


【図2】

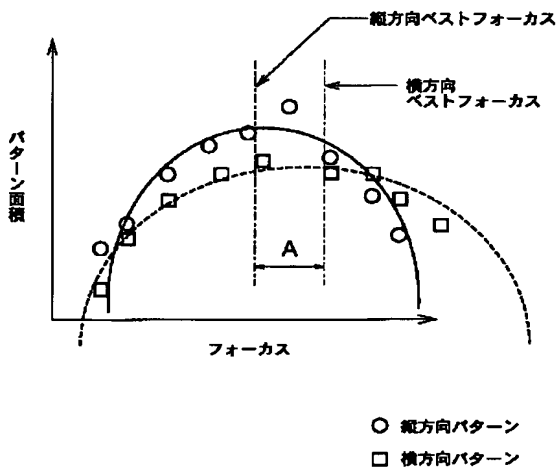


【図3】

S115

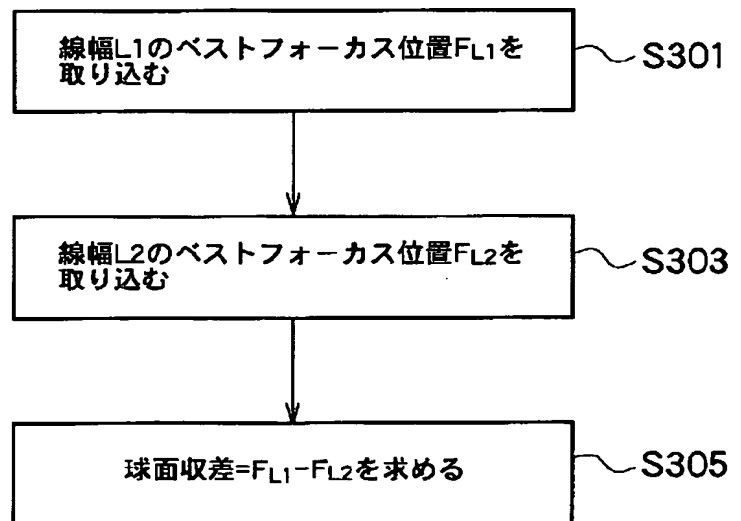


【図4】

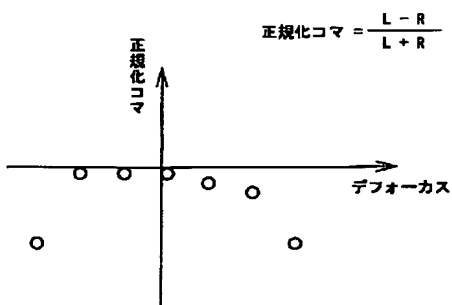


【図5】

S117

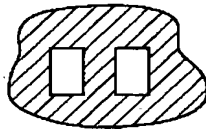


【図7】

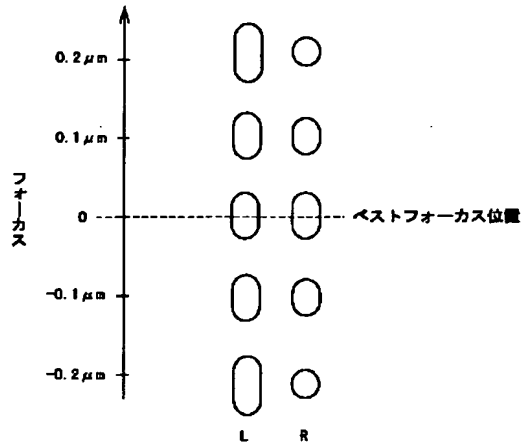


【図 6】

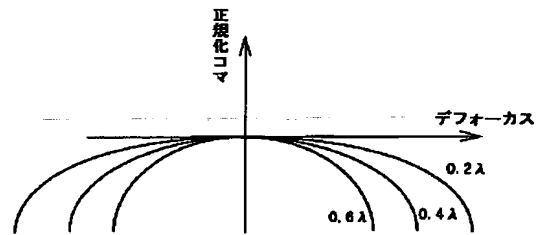
レチクル上のパターン



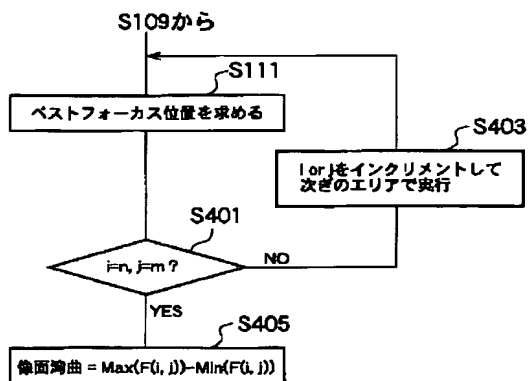
ウエハ上に露光されたパターン



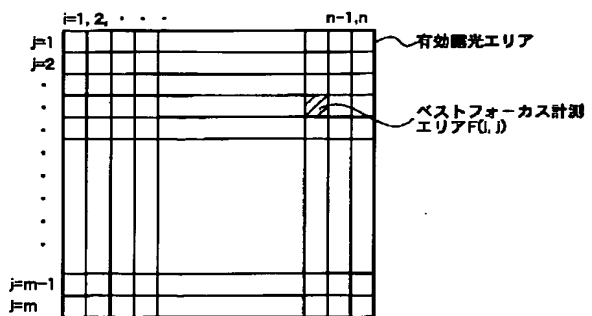
【図 8】



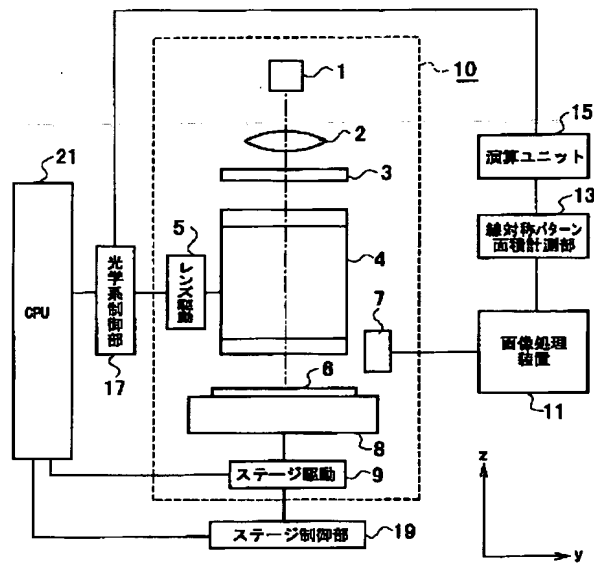
【図 9】



【図 10】



【図 1 1】



【図 1 3】

